

# Trabajo Fin de Grado

## Recreación virtual de experimento psicológico (Asch Experiment 1951)

Autor

Balma Félez Antoñanzas

Director

Carlos Aliaga Badal

Ponente

Diego Gutiérrez Pérez

EINA  
2013

Tomo 1/2



## **Recreación virtual de experimento psicológico (Asch Experiment 1951)**

### **Resumen**

En los últimos años los entornos virtuales han aumentado su presencia en la vida cotidiana. El hecho de que vivamos rodeados de tecnología ha servido para que estudiosos de la psicología moderna se cuestionaran de qué forma influye la realidad virtual en el comportamiento humano. Recientes estudios psicológicos determinaron que la realidad virtual produce sensación de presencia, es decir, que ante experiencias virtuales el ser humano puede reaccionar de la misma forma que ante experiencias reales, esto permite tratar problemas psicológicos que tienen que ver con las interacciones interpersonales.

Dentro de este contexto, se desarrolló el experimento psicológico de Asch, el cual consistió en estudiar la presión de grupo. Asch observó que cuando un sujeto forma parte de un grupo, intenta formar parte en su totalidad incluso llegando a dejar de dar su propia opinión, haciendo que la opinión del grupo sea la suya propia.

La universidad de Washington en Seattle, junto con la universidad Jaume I de Castellón, van a estudiar el comportamiento de sujetos sometidos a este mismo experimento, pero trasladado al mundo virtual, es decir, el grupo de presión está formado por avatares virtuales. En este trabajo de fin de grado se lleva a cabo, en colaboración con las universidades mencionadas, el diseño de la escena virtual de este experimento, teniendo en cuenta estos aspectos psicológicos. Este documento recoge el diseño del experimento, metodología, animación de los personajes y el render y postproducción posteriores, necesarios para la comprensión del proyecto. El objetivo del proyecto es poder llevar los resultados a una revista o congreso internacional especializado.

# Índice 1/2

Capítulos	Páginas
a. Resumen .....	a
b. Índice .....	b
1 Introducción .....	1
2 Diseño del experimento .....	3
2.1 Requerimientos .....	3
2.2 Planteamiento y diseño del experimento virtual .....	3
2.3 Diagrama de interacción .....	4
3 Metodología .....	5
3.1 Planificación .....	5
3.2 Documentación y análisis de la información .....	6
3.3 Software y hardware utilizado en los programas de rigging y skinning .....	8
3.4 Render .....	10
4 Animación .....	11
4.1 Facial .....	12
4.1.1 Captura de movimiento .....	12
4.1.2 Rigging y Skinning .....	14
4.1.3 Vinculación .....	16
4.2 Corporal .....	18
4.2.1 Captura de movimiento .....	18
4.2.2 Rigging y Skinning .....	18
4.2.3 Vinculación .....	18



## Índice 2/2

Capítulos	Páginas
5 Modelo 3D .....	20
5.1 Entorno .....	21
5.1.1 Propuestas .....	21
5.1.2 Elección de la propuesta final .....	22
5.1.3 Desarrollo de la propuesta seleccionada .....	23
5.2 Personajes virtuales .....	24
5.2.1 Elección de personajes .....	24
6 Render .....	25
6.1 Entornos 3D .....	26
6.1.1 Materiales .....	26
6.1.2 Estudio de la luz .....	27
6.2 Personajes virtuales .....	29
6.2.1 Materiales .....	29
6.3 Capas de render .....	32
7 Generación del vídeo de estímulo .....	34
7.1 Diseño de la escena .....	34
7.2 Aspectos técnicos de render .....	38
7.3 Postproducción .....	40
8 Conclusiones .....	41
8.1 Conclusiones académicas.....	41
8.2 Resultado del experimento.....	41
8.3 Conclusiones personales.....	41
c. Bibliografía .....	c

# Introducción

Recientes estudios en psicología moderna han demostrado que la realidad virtual puede ser de utilidad para analizar el comportamiento humano. En España podemos encontrar un ejemplo en el neurocientífico Mel Slater, que trabaja en el Laboratorio de Ambientes Virtuales de la Universidad de Barcelona y lleva años investigando las respuestas del cerebro en realidad virtual. Slater determinó que la realidad virtual produce sensación de presencia y que, por lo tanto, se puede aplicar al estudio y el tratamiento, en laboratorio, de muchos problemas psicológicos que tienen que ver con las interacciones interpersonales, así como de situaciones que serían imposibles de abordar en un entorno real por razones prácticas o éticas.

Existen varios conceptos principales sobre los que se apoya la psicología para utilizar la realidad virtual. Este es el caso de la suspensión de la incredulidad. Este concepto consiste en la voluntad de un sujeto para dejar de lado o suspender su sentido crítico, ignorando las inconsistencias de la ficción en la que se encuentra inmerso, lo que le permite adentrarse en la escena que está observando. Otro concepto importante es el Embodiment o “estar-en-el-cuerpo”, que se define como el sentido por el cual una persona se localiza a sí misma dentro de los bordes físicos de su cuerpo.

En este contexto, este proyecto trata de aplicar los conceptos anteriores para trasladar el experimento de Asch a un entorno virtual. Se desarrolla en colaboración con los departamentos de psicología de la universidad Jaume I de Castellón y el Human Interface Technology Lab de la universidad de Washington en Seattle (Figura 1), centro donde se llevó a cabo el experimento original en entorno real. El objetivo de dicho experimento es estudiar la presión social de un grupo de personas sobre la opinión de otra a la que se está sometiendo al experimento. Los resultados indican que la presión tiene un enorme efecto sobre el individuo, hasta tal punto que da respuestas equivocadas a tareas muy simples con el fin de sentirse “integrado”. Asch demostró que cuando un sujeto forma parte de un grupo, intenta formar parte en su totalidad, incluso llegando a dejar de dar su propia opinión, adoptando la del grupo como suya propia.

La recreación del experimento está basada en el video de 1970 (figura 3), realizado sobre el experimento original de 1951 (Figura 2). En él se observa a un grupo de sujetos que han sido llamados a formar parte de un experimento de percepción, de los cuales sólo uno está siendo estudiado, ya que el resto de participantes se han puesto de acuerdo en dar la misma solución. De esta forma se estudia la presión de grupo que va a influir sobre este participante.



Figura 1: Imagotipo de las universidades promotoras del proyecto

En este trabajo de fin de grado se lleva a cabo la generación de la escena virtual para la recreación del experimento de Asch, en coordinación con las dos universidades colaboradoras, encargadas de especificar los requerimientos relacionados con la psicología. Este documento recoge el diseño del experimento, metodología, animación de los personajes y el render y postproducción necesarios para generar el video que servirá de estímulo para los experimentos que serán llevados a cabo durante las últimas semanas de Noviembre de 2013. El objetivo es poder llevar los resultados a una revista o congreso internacional especializado.

Como proyecto piloto, este estudio es relevante para futuros experimentos dentro de un contexto de realidad aumentada. La universidad de Washington dispone de un casco de realidad aumentada sobre el que proyectan situaciones psicológicas. Igual que realizan experimentos sobre afrontar una fobia para estudiar los resultados, pueden estudiar el hecho de estar virtualmente dentro del experimento de Asch (Figura 4).



Figura 2 y 3: Comparación del experimento de Asch original de 1951 (izquierda) con el experimento de 1970 (derecha)



Figura 4: Ejemplos de realidad aumentada y el equipo utilizado

# Diseño del experimento

## Requerimientos

Los requerimientos de las universidades nombradas estaban basados en un guión sobre el que se debía basar el experimento. Dicho guión fue variando a lo largo del proyecto para ajustarse a las necesidades que iban apareciendo conforme se iba realizando el trabajo.

El video debía mostrar una sala con un total de cuatro personajes, de edad entre 18 y 35 años (edad media en la universidad de Washington), dos hombres y dos mujeres. Por necesidades culturales se requería que uno de ellos fuera de origen asiático, ya que en el lugar donde se va a realizar dicho experimento cuentan con usuarios de esta etnia. Inicialmente se llegó al acuerdo de realizar el video que debía contener las escenas pregrabadas, ya que era imposible grabarlo en tiempo real debido al coste de tiempo que acarrearía renderizarlo.

Puesto que las personas sometidas al experimento deben interactuar con el video generado, se ha diseñado un diagrama de interacción teniendo en cuenta el factor tiempo y los tipos de interacción posibles (Figura 5).

## Planteamiento y diseño del experimento virtual

Visto que el mundo virtual está muy presente en la actualidad y se utiliza en diversos campos, es de relevante importancia observar como estamos influidos ante él (Figura 6).

Lo que se aspira a conocer al realizar este experimento, es observar si estamos de la misma forma influidos por unos personajes virtuales en un entorno virtual que en el experimento original llevado a cabo por personas en un entorno real. Para lo cual es necesario disponer del entorno sobre el que se va a realizar, de esos personajes virtuales y, en definitiva, de todos los elementos que componen la escena.

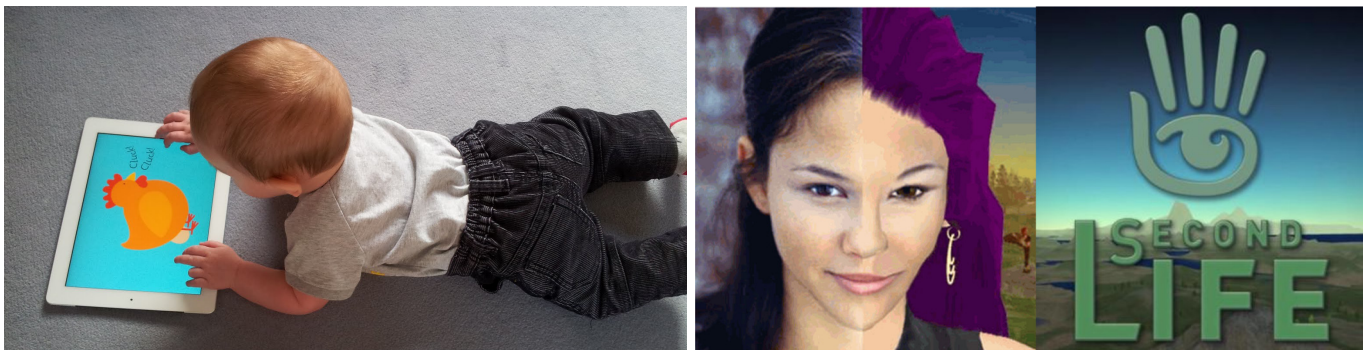


Figura 6: Imágenes que muestran de qué forma el mundo virtual está presente en nuestra sociedad

## Diagrama de interacción

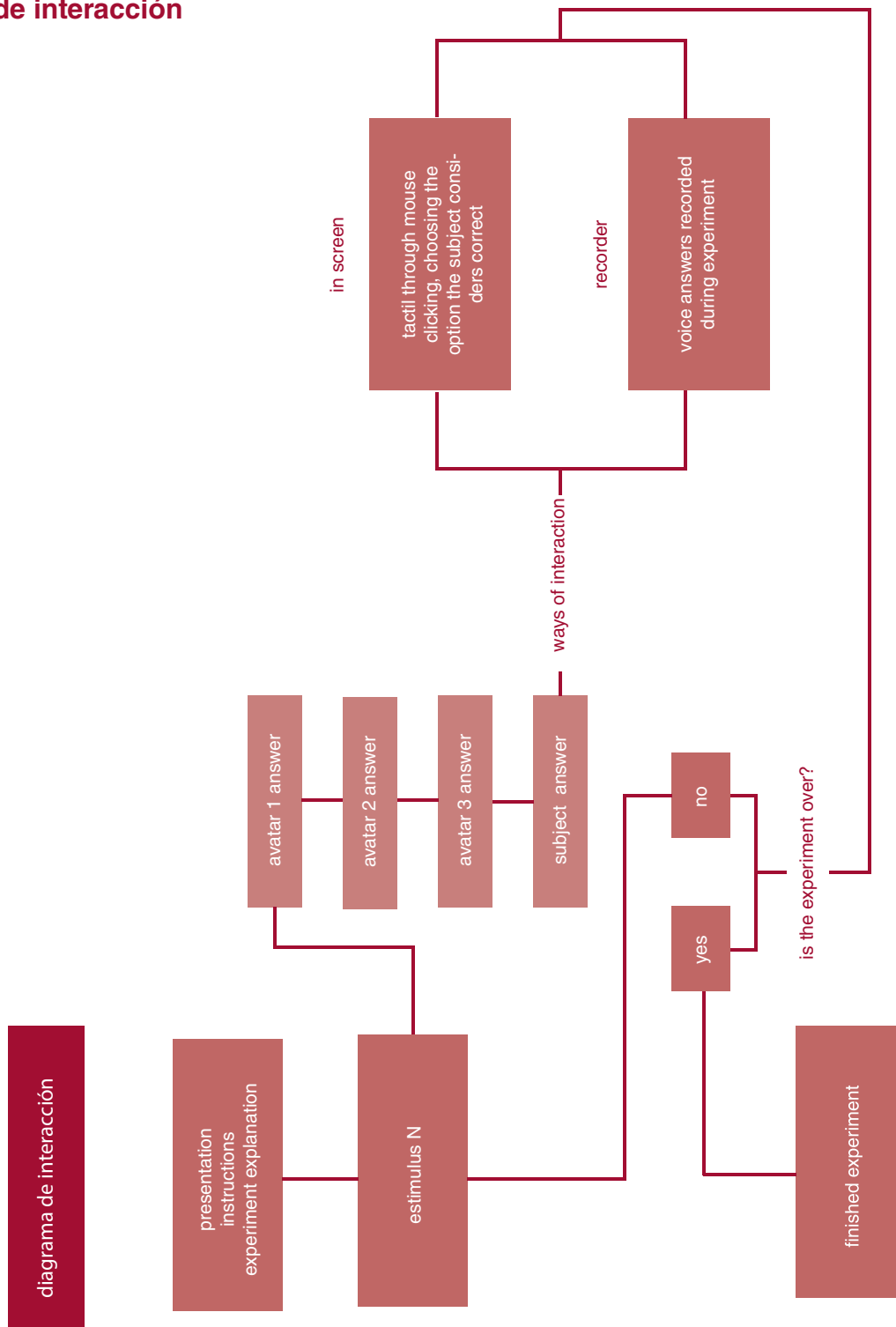
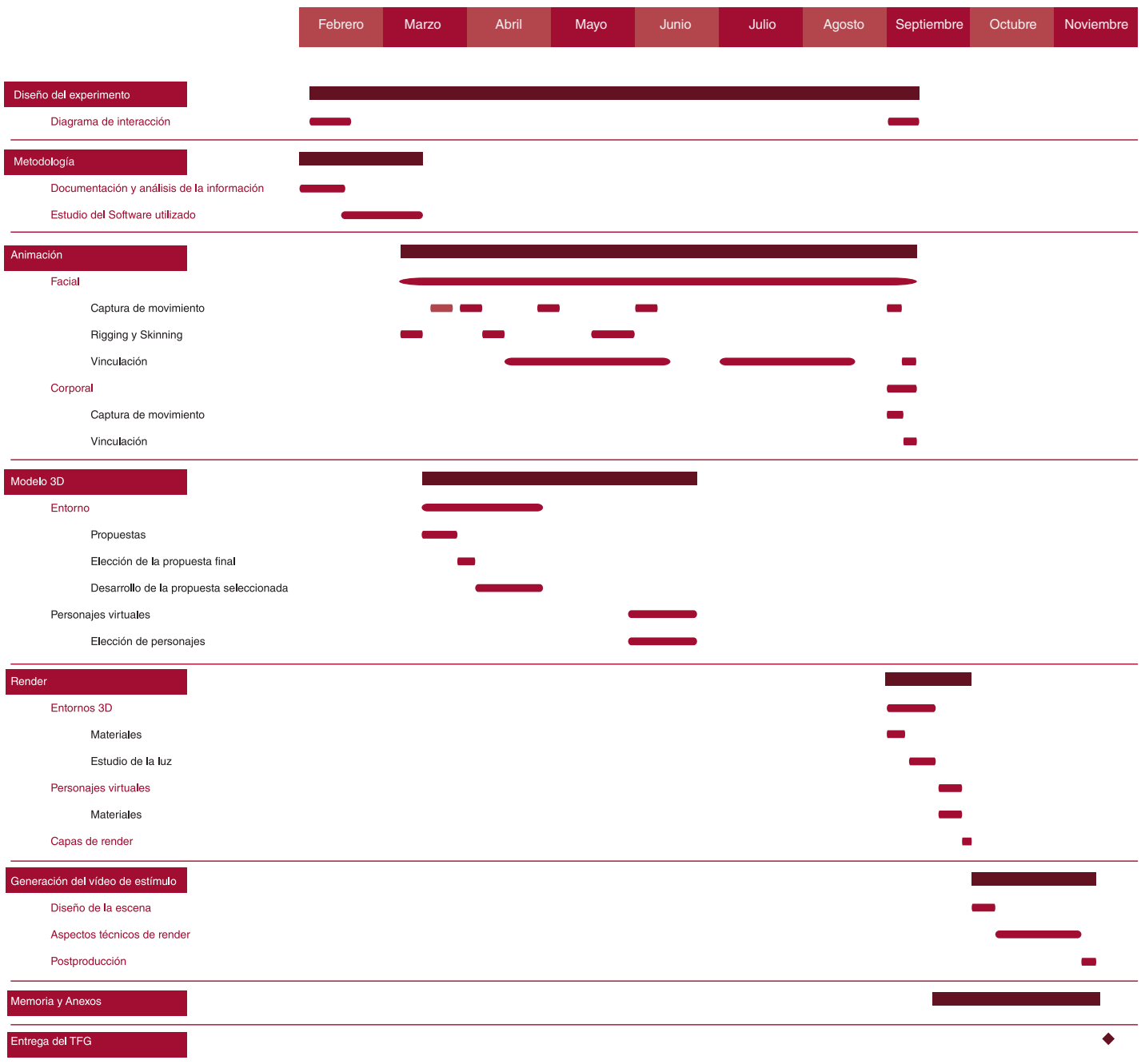


Figura 5: Diagrama de interacción propuesto

# Metodología

## Planificación





## Documentación y análisis de la información

Las estrategias de recolección de datos para la correcta realización del trabajo se han basado inicialmente en la búsqueda de información sobre el experimento y posteriormente en el estudio de las herramientas disponibles para la realización del video.

En este proyecto destacan dos partes, por un lado la animación y por otro al creación de renders.

Para la animación, es necesario conocer los pasos que se necesitan en la creación del personaje animado. Por un lado destaca la captura de movimientos (MOCAP) y por otra la creación del movimiento facial (procesos de *RIGGING* y *SKNNING*).

Motion capture (o captura de movimiento), es un término utilizado para describir el proceso de grabación de movimiento (Figura 7) y el traslado de éste a un modelo digital. Se basa en las técnicas de fotogrametría. Se utiliza principalmente en la industria del entretenimiento, deportes, o con fines médicos. En el contexto de la producción de una película, se refiere a la técnica de almacenar las acciones de actores humanos, y usar esa información para animar modelos digitales de personajes en animación 3D. Para este proceso, se decidió contar con el I3A, instituto de investigación de la Universidad de Zaragoza que trabaja en la generación de conocimiento y tecnologías relacionadas con la ingeniería. Este instituto dispone de un equipo VICON (Figura 8), que realiza este tipo de capturas.

Para la captura de movimiento se hizo uso de este equipo. VICON, es un sistema de cámaras basadas en el *tracking* de marcadores que ofrece una resolución 3D milimétrica para los desplazamientos espaciales.



Figura 7 y 8: Entorno común de la creación de MOCAP y cámara VICON

Procesos de *Rigging* y *Skinning* (Figura 9).

*Rigging* es el proceso por el cual se crean los rigs. Éstos, son sistemas de cadenas de huesos y objetos de control, con o sin características interactivas, que definen deformaciones sobre un objeto geométrico, en este caso, la cara y el cuerpo humanos. Define el proceso por el cual se disponen los puntos de la superficie a animar, mediante *splines*, curvas que marcan el desplazamiento de los huesos artificiales que se situarán sobre la malla.

A *Facial Rigging Survey* [1], es un estudio que recoge los fundamentos del procesos de *rigging*, sus usos y problemas. Describe los pasos principales para preparar un modelo para animarlo y repasa el estado del arte en *rigging* facial. En base a la referencia en este *survey*, se tomó la aplicación Bonyface para el *rigging* facial de este proyecto de fin de grado. Bonyface que luego se ha usado en la creación de la animación.

*Skinning* es el proceso por el cual el rig se asocia de forma permanente a la malla, haciéndola móvil, es lo que permite pasar de un modelo estático, sin gracia, a un objeto animado.



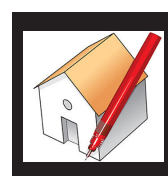
Figura 9: Personajes animados por procesos de *rig* y *skin*.



## Software y hardware utilizado en los procesos de rigging y skinning

Para la realización del proyecto es necesaria la utilización de software específico para animación, modelado, render y edición (Figura 10). Para ello se experimentó con diferentes programas con el fin de seleccionar el que se ajustaba mejor a las especificaciones del proyecto.

. Google Sketchup: Programa de diseño gráfico y modelado tridimensional basado en polígonos. En el proyecto sirvió para la obtención de objetos en bibliotecas para el diseño de la escena.



. Autodesk 3ds max : Software que dispone de un conjunto de herramientas creativas para modelado, animación, simulación y renderización en 3D, 3ds Max ayuda a los creadores de juegos, cine y gráficos de movimiento a producir mejor contenido 3D en menos tiempo. Fue utilizado como programa para el desarrollo del experimento virtual.



. Autodesk Motion builder: Programa profesional para la producción virtual de animación y captura de movimiento. Se hizo uso de este programa en la edición de la animación y pruebas de los procesos de *rigging* y *skinning*.



. Autodesk Softimage: Programa empleado para la creación de animaciones por ordenador en nuevas películas, en comerciales y videojuegos. Fue utilizado para la edición de la animación y pruebas de los procesos de *rigging* y *skinning*.



. Adobe Photoshop: Conocida aplicación destinada a la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes 2D. Fue utilizado en el postproceso de imágenes.



. Adobe After effects: Aplicación para el montaje de vídeo y de efectos especiales audiovisuales. Se hizo uso de este programa en el postproceso de imágenes y video.

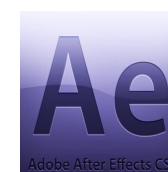


Figura 10: Iconos de los diferentes Softwares utilizados

El trabajo de campo empezó con el aprendizaje del programa principal, 3ds Max. Se observaron distintos tutoriales para el uso de las herramientas principales y se investigó sobre el uso de diferentes programas y aplicaciones que podrían completar el trabajo con este programa.

Al tener clara la parte más complicada y desconocida, ya que es un laboratorio de gráficos y no de animación y el I3A no está preparado para captura facial, de la investigación; se dedicó bastante tiempo a encontrar la mejor forma de realizarla. Se decidió empezar por la animación facial, ya que tiene más detalle y por lo tanto es más complicada, para ello se practicó con diversos modelos faciales antes de animar los definitivos.

Se investigaron los posibles programas para la vinculación de puntos obtenidos de la MOCAP a los modelos 3D de prueba con los siguientes paquetes de software:

- Motionbuilder, se probó por su aparente facilidad de uso para vincular puntos de una forma más o menos automática. Se descartó por la dificultad al importar correctamente los modelos y lo poco riguroso que era el movimiento capturado.

- Softimage, se investigó por su sencillo funcionamiento y su excelente interacción.

En un principio se descartó al no poder exportar de nuevo la animación al programa 3ds Max. Más tarde se recuperó ya que este programa filtraba la información del movimiento, haciendo que no hubiera problemas de *flickering* (movimiento de parpadeo, no deseado) y limpiándolo de posibles fallos. Este programa no dejaba importar de nuevo el movimiento con la animación facial, pero si los puntos de esta en movimiento, así que se usaron esos puntos para vincularlos con las caras animadas.

- Bony Face, plugin para 3ds Max para los procesos de *rigging* y *skinning* faciales. (Figura 11). Fue el complemento finalmente utilizado para estos procesos, puesto que al formar parte del mismo programa en el que se generaron los renders, no habría problemas de importación de animación y se evitarían errores.



Figura 11: Ejemplos de modelos en los diferentes programas. De izquierda a derecha, Motion Builder, Softimage y 3ds Max (BonyFace)

### Render

El video generado debía ser lo más realista posible, para lo cual se realizó un estudio de los tipos de iluminación, algoritmos de render y materiales que ofrecían una imagen natural y realista (Figura 12). La metodología de trabajo en rasgos generales, se dividió en los distintos procesos hasta generar la imagen:

La iluminación de la escena fue un dato determinante para la obtención de la imagen realista, era necesario conocer los parámetros y tipos de luces que iban a utilizarse.

Para la selección de las texturas que se emplearon en cada material, se hizo un estudio sobre mapas de entorno, mapas de textura y sobre la importancia de la piel y sus parámetros. También hubo que tener en cuenta las capas de render que iban a emplearse para la perfección de estos materiales.

Por último, se tuvo muy presente la postproducción que iba a realizarse tras la salida de datos de render. Por ello era necesario considerar el formato en el que los archivos iban a renderizarse y el coste de tiempo y el rendimiento que iba a llevar su creación. Más tarde estos renders tendrían que pasar por una serie de procesos para llegar al resultado final. Se estudiaron los pasos que habrían de darse para que este resultado fuera favorable.



Figura 12: Imagen que muestra las fases necesarias para llegar al render realista

# Animación

En el siguiente apartado se tratan los procesos llevados a cabo para realizar la animación. Dentro de esta fase se distinguen los apartados de la MOCAP y los procesos de *rigging* y *skinning*, tanto facial como corporal. En la clasificación siguiente su pueden ver las partes en las que se divide en el proceso (Figura 13).

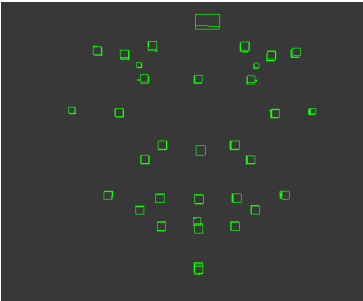
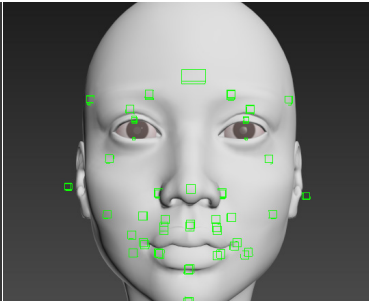
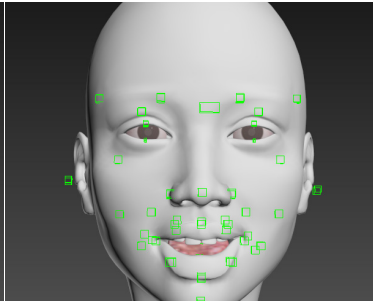
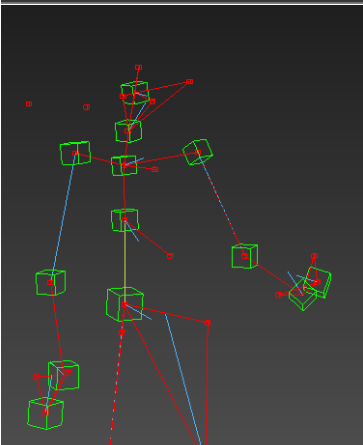
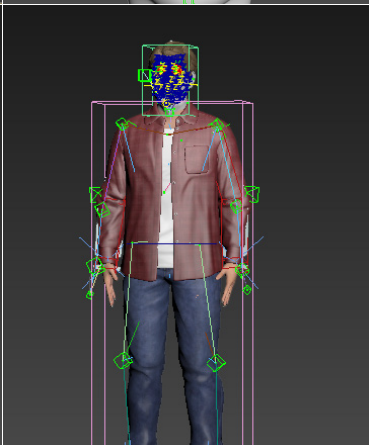

	CAPTURA	RIG/SKIN	VINCULACIÓN
FACIAL			
CORPORAL			

Figura 13: Imágenes de los apartados de la animación

## Facial

### Captura de movimiento

El I3A ha realizado varios estudios e investigaciones con su sistema de cámaras VICON, la mayoría orientados a estudios ergonómicos, pero este experimento suponía la primera vez que iba a ser utilizado para animación facial.

Se requirió de distintas pruebas para averiguar la forma de realizar la captura facial con resultados positivos, ya que anteriormente la posición de las cámaras era diferente y se precisaban de marcadores distintos.

Las cámaras debían estar posicionadas alrededor de la cara, más cerca del objetivo puesto que los marcadores faciales son más pequeños y deben ser capaces de capturarlos. La calibración de las cámaras también era diferente, debía regularse la distancia de captura, para que los puntos se registraran nítidos y se distinguieran unos de otros.

La cara necesitaba marcadores más pequeños para que no se distinguieran unos con otros, y se capturara el movimiento correctamente. Para la localización de los marcadores faciales, se utilizaron los puntos especificados en el manual VICON para la captura facial y se probó con las 6 expresiones faciales básicas de Ekman [2] (alegría, miedo, asco, tristeza, enfado, sorpresa), como se observa en la figura 14.



Figura 14: Expresiones en modelo 3D



### Problemas encontrados y soluciones adoptadas

Los problemas surgidos en esta fase fueron derivados del desconocimiento de la vinculación que iba a darse a los modelos 3D. Inicialmente se realizaron capturas de los 6 básicos de Ekman [2] para realizar pruebas, con los puntos de VICON. Los puntos capturados resultaron insuficientes y las capturas mostraban movimientos exagerados.

Más tarde se utilizaron los puntos del programa Bonyface para la captura, ya que de esta forma los puntos capturados serían los mismos que más tarde se vincularían. Esto resultó excesivo, a parte de significar un problema en la captura debido a que por su cercanía los puntos se colapsaban unos con otros.

Finalmente se utilizaron los puntos del programa que iba a usarse para registrar el movimiento (Softimage). De esta forma no se precisaban tantos puntos y la captura quedaba limpia y clara (Figura 15).

Una vez resuelto el problema de la captura, se realizó todo el proceso de captura de movimiento con el guión del experimento. Al no tratarse de expresiones tan extremas, el resultado final fue muy favorable.



Figura 15: Diferencias entre los puntos utilizados en la captura del movimiento.

## Rigging y Skinning

Inicialmente se trabajó con unos modelos proporcionados por el Trinity College de Dublin para un proyecto paralelo (figura 16). Estos modelos tenían que pasar igualmente por el proceso de *skinning* y precisaban de la mejora de sus mallas y componentes internos (ojos, boca). En un principio para hacer de estos modelos personajes con un movimiento facial perfecto, se modificaron sus párpados, labios y boca, para ajustarlos mejor al sistema de rigging usado (Bonyface).



Figura 16: Modelos “Hanna” y “Micheal” para la universidad de Dublin

Más tarde, se realizaron estos procesos en los modelos definitivos. Fue necesario rehacer los procesos de *rigging* y *skinning*, ya que estos modelos tenían uno por defecto pero era insuficiente para este proyecto. (Figura 17).

Para perfeccionar el proceso de *skinning* se modificaron los parámetros de los pesos (*weights*), los cuales disponen de herramientas que permiten perfeccionar las zonas sobre las que el *skinning* está haciendo efecto, suavizando o forzándolo según sea necesario. Así por ejemplo, en zonas como los párpados o la boca, los pesos permiten decidir qué partes de la malla se accionan al abrir la boca (Figura 18).



Figura 17: Diferencias entre el *rig* por defecto (izquierda) y el *rig* creado (derecha)

### Problemas encontrados y soluciones adoptadas

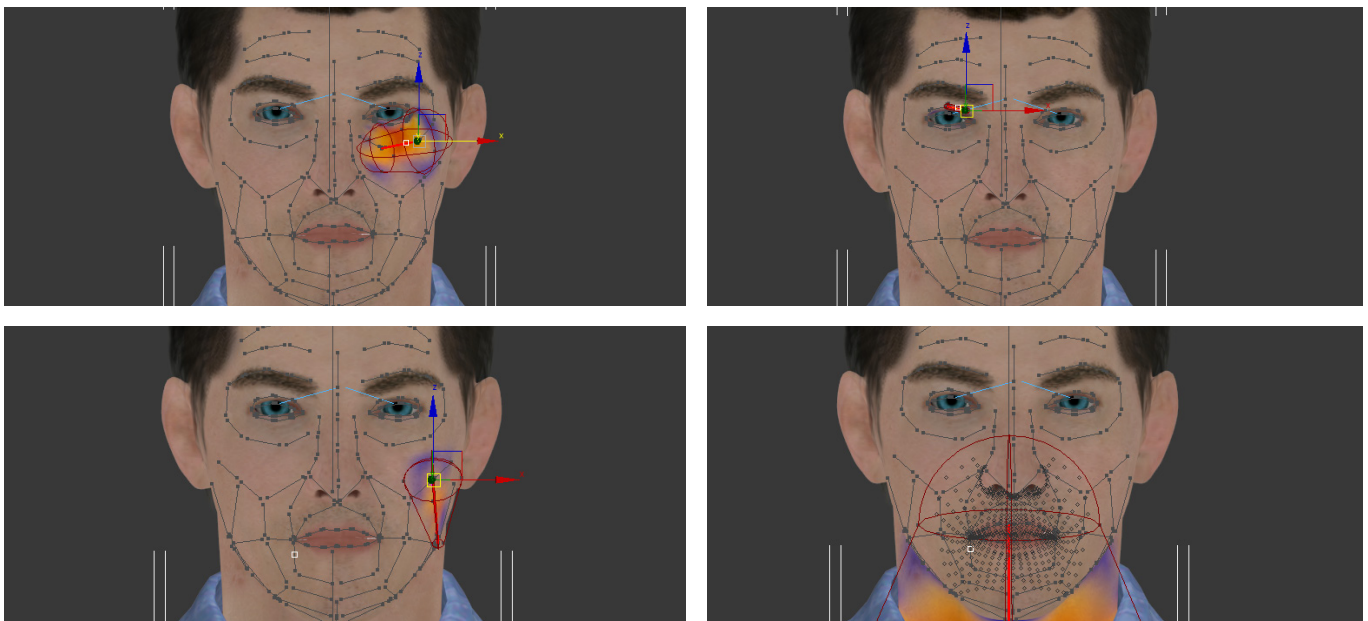
Los problemas de esta fase de la animación iban ligados a los requerimientos del plugin Bonyface de 3ds Max. Así, la mayor parte de ellos eran derivados de la escala (modelos muy grandes o muy pequeños), posición (no estaban centrados respecto a las coordenadas que exigía el programa), construcción (la cabeza no estaba separada del cuerpo, impidiendo después animarla por separado) y malla de los modelos.

#### -Mallas:

Muchos de los errores iniciales respondían a la forma inicial de la malla, cuanto más perfecta, redondeada y simétrica era la malla, mejores resultados de *skinning* se obtenían. Al principio los problemas derivados de la malla se arreglaron como prueba, realizándose operaciones de *retopology*. Se trata del proceso por el cual se vuelve a dar forma a una malla ya construida, partiéndose de esa misma malla. Este proceso se realizaba en otro programa, Zbrush [3], aunque también se podía realizar en el mismo 3ds Max, siendo este segundo mucho menos intuitivo y exacto. Después se observó que esto no era necesario, las mallas de los modelos definitivos estaban bien formadas, por lo que los errores de *rigging* y *skinning* se corregían posteriormente con los pesos ya nombrados.

#### -Pesos (Figura 18):

Los errores a corregir con los pesos salían con frecuencia en los contornos de los ojos. Los párpados demostraron ser la parte más compleja de corregir, ya que por ser una zona pequeña de procesar, la deformación causada, por ejemplo al pestañear, resultaba exagerada (\*anexo 1)





### Vinculación de la animación (unión de puntos a través de 3ds Max)

La vinculación de los puntos de MOCAP capturados se realizaba mediante el software 3ds Max. En líneas generales, el proceso de vinculación era simple; consistía en hacer que un punto determinado de la cara del modelo virtual tuviera la misma posición, rotación y escala que el punto correspondiente de la cara capturada. Esto se conseguía disponiendo los puntos de la MOCAP encima de los puntos del proceso de *rigging* y asociándolos uno a uno.

El proceso de vinculación de puntos iba ligado al proceso de captura de movimientos, puesto que dependiendo de los puntos que se capturasen, la animación se vincularía de una forma u otra (Figura 19). Como se ha hablado antes en el proceso de captura, fue necesaria la experimentación con diversos puntos para observar cuál sería la vinculación correcta.

Al vincular los puntos de *rigging* directamente a los puntos VICON, se observó que eran insuficientes, resultando la animación poco realista. Con los puntos de Bonyface, el movimiento resultaba exagerado, además de aparecer problemas de *Flickering* que se explican a continuación en el apartado de problemas y soluciones. Finalmente, para la vinculación se utilizó como herramienta complementaria el software Softimage. Este programa permitía ajustar automáticamente los puntos de la MOCAP al modelo 3D, facilitando la tarea de la vinculación y eliminando los errores por diferencia de geometría facial entre la persona que realizaba la MOCAP y el modelo 3D al que iba vinculado.

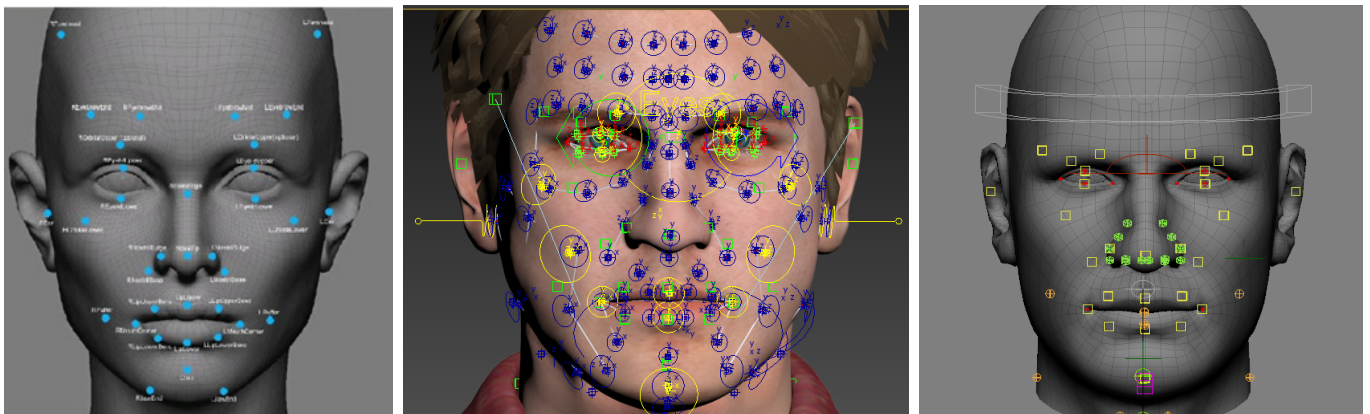


Figura 19: Comparación entre los modelos vicon, bonyface y softimage (en orden de izquierda a derecha)

### Problemas encontrados y soluciones adoptadas

Realizar una animación facial realista fue una tarea dura. A lo largo del proceso fueron apareciendo una serie de problemas entre los cuales destacó la incompatibilidad de Softimage con 3ds Max. Una vez encontrado el programa que vinculaba a la perfección el movimiento capturado, no era posible devolver este proceso al software donde se desenvuelve el proyecto. El problema radicaba en la exportación, al tener la animación facial definitiva en Softimage e importarla a 3ds Max, esta no aparecía, la cabeza se importaba como un bloque inmovil, lo único que se movían eran los puntos de la animación registrados por el programa.

La solución fue utilizar esos puntos registrados y vincularlos de nuevo, pero esta vez al *rigging* de la cabeza de Bonyface (Figura 20). Los puntos del plugin Bonyface se diferencian en dos, por un lado los puntos que mueven una zona de la malla (azules), y por otro los puntos que mueven un grupo de los puntos azules (amarillos) (Figura 19). Se observó que al vincular los amarillos, estos perdían la relación con los puntos azules, por lo que se decidió vincular sólo los azules a los puntos correspondientes de la MOCAP.

A lo largo del proceso de vinculación se observaron diferentes problemas en el resultado del movimiento. Se apreciaban pequeños temblores en la cara (*Flickering*) indeseados, que en un principio se pensaron corregir mediante filtros de corrección de movimiento. Poner filtros resultó un proceso caro, así que se desechó. Más tarde se pensó en el uso de puntos de *tracking* en el proceso de la captura. Estos puntos se posicionaban en la parte alta de la frente de forma que solo registraban el movimiento de la cabeza y no el de las expresiones faciales, contrarrestando de esta forma el movimiento del *flickering*.

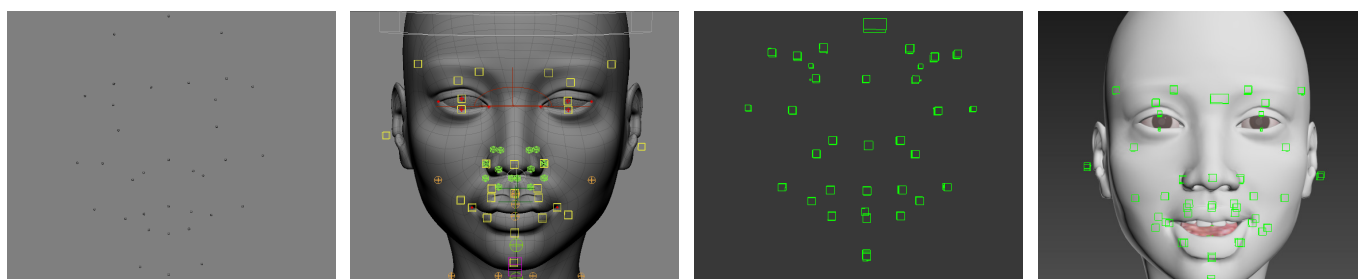


Figura 20 : Proceso de vinculación facial a través de los distintos programas

## Corporal

### Captura de movimiento

La parte del proceso de la animación corporal resultó mucho menos compleja. Por un lado muchas de las cuestiones se habían resuelto con la animación facial, además de tener movimientos mucho menos complicados y de ser habitual este tipo de capturas en el instituto I3A. Por tanto una vez que se estudió el movimiento de cada personaje y que la animación facial quedó resuelta, se procedió a la captura de movimientos corporales. Para ello se volvió a hacer uso del proceso de MOCAP en el I3A, pero esta vez con el equipo preparado para captura corporal, marcadores más grandes, cámaras localizadas a mayor distancia y filtro de movimientos automático.

### Rigging y Skinning

Estos procesos no fueron necesarios para la animación corporal puesto que los modelos 3D adquiridos disponían de ello, lo que permitió agilizar en gran medida la tarea.

### Vinculación de la animación (unión de puntos a través de 3ds max)

Para el proceso de vinculación de puntos primero hubo que unir los puntos en el espacio y relacionarlos mediante *dummys* (cubos) que reaccionaban ante el desplazamiento y la rotación de estos puntos, esos *dummys* son los que después se vincularían a los huesos y partes del cuerpo de los personajes (Figura 21). Más tarde en el proceso de vinculación, cada parte habría de ser observada minuciosamente para verificar que no hubiera fallos en el movimiento y corregirlos dónde se encontraran. (\*anexo 2)

Para hacer del cuerpo un modelo mucho más realista, se dotó a las manos de mayor movilidad introduciendo manualmente animación en los dedos. Esto se produjo, grabando el movimiento en cada *frame* (fragmento de tiempo), dependiendo del movimiento que se fuera a necesitar en cada escena.

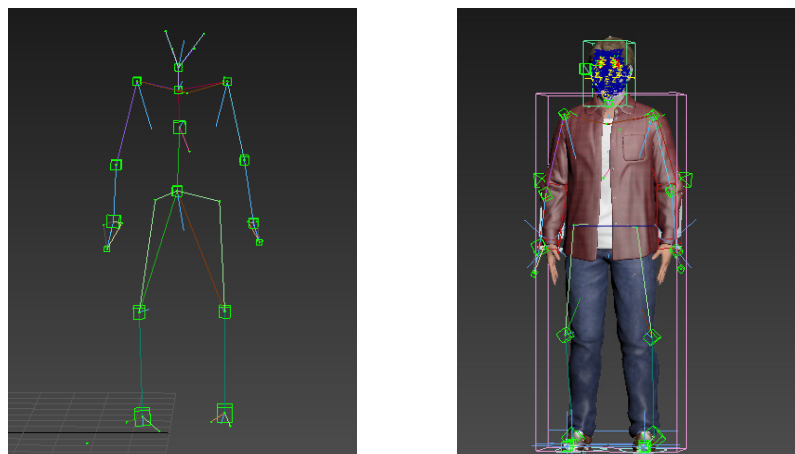


Figura 21: Puntos con *Dummys* (izquierda) y vinculado sobre el modelo (derecha)

### Problemas encontrados y soluciones adoptadas

Los problemas más comunes en la vinculación de la animación en el cuerpo iban ligados sobre todo al movimiento de muñecas, brazos y manos. Esto se debe a que son las partes que más movimiento tenían en la animación.

En la captura de la animación, las manos sólo disponen de un marcador en el dorso de la mano, esto hace que cuando el marcador quede oculto por cambios de posición, pierda ocasionalmente la información de captura. Normalmente este suceso se corrige automáticamente en el procesamiento de la animación, pero pueden darse casos puntuales. Esto se corrigió modificando en cada *frame* su posición, ajustándola al movimiento pertinente. De la misma forma se corrigieron los brazos y muñecas.

Una vez realizada la animación por separado en cada uno de los personajes, se procedió a juntar los avatares dentro de la escena. Al principio surgieron problemas de importación, la animación quedaba aislada del cuerpo y por tanto desfiguraba el modelo, no estaba todo a la misma escala y cada personaje tenía su propia forma de posicionarse en el entorno.

Estos problemas se resolvieron al principio importando la escena en el archivo donde se encontraban los personajes. De este proceso derivaron nuevos problemas, ya que el espacio creado se mantenía pero las luces y la escena cambiaban, de forma que el render no era igual y ya no resultaba realista.

Se investigó la manera de involucrar los personajes en la escena sin que ocurrieran fallos, finalmente se probó a poner el archivo de los personajes a la misma escala y con los mismos parámetros de forma que no pudieran suceder errores. Se limpió la escena dejando solo lo necesario y se volvió a probar esta vez involucrando cada personaje ya preparado, es decir, más o menos situado en el lugar que le correspondería, evitando así movimientos bruscos y deformaciones.

Con este proceso también quedó solucionada la forma en la que cada personaje se movía por el entorno. Cada modelo funciona con *helpers* (serie de objetos, generalmente cubos, que llevan asociados partes del cuerpo del modelo, haciendo que estos se muevan y desplacen) y a su vez cada modelo se desplaza en su totalidad de una forma distinta; por ejemplo, el personaje asiático femenino solo permitía movimiento arrastrando el *dummy* (*helper* con forma de cubo) central, localizado en el vientre del modelo; que el personaje del experimentador había que moverlo seleccionando todos los huesos pero sin objetos exteriores (piel, ropa etc) y que los otros dos modelos restantes eran fácilmente manejables seleccionándose enteros (Figura 22).

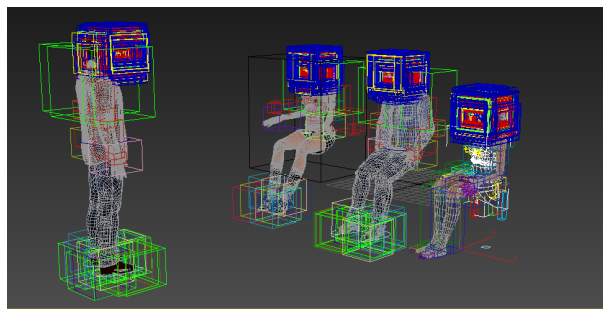


Figura 22: Modelos con *helpers* visibles.

## Modelo 3D

En este apartado se explican los pasos llevados a cabo en la creación de la escena para el experimento. Así pues, aparecen las fases de diseño del entorno hasta llegar a la elección de la propuesta final y la elección de los personajes que van a aparecer en la escena (Figura 23).



Figura 23: Entorno y personajes del modelo 3D



## Entorno

### Propuestas

Se elaboraron distintos entornos iniciales en Sketchup para ejemplificar el entorno final (figura 24). Los distintos objetos inicialmente fueron escogidos de una biblioteca de objetos. Más tarde se buscó mayor calidad en los detalles, por lo que se recurrió a páginas web de bibliotecas virtuales, como *Turbosquid*\*.

Al no haber requerimientos iniciales acerca de la disposición ni ubicación de la escena, se ofrecieron varios ejemplos con opciones muy variadas. Así, se mostraron ejemplos de escenas amplias, en entorno abierto, formales y parecidas a la escena mostrada por las universidades.

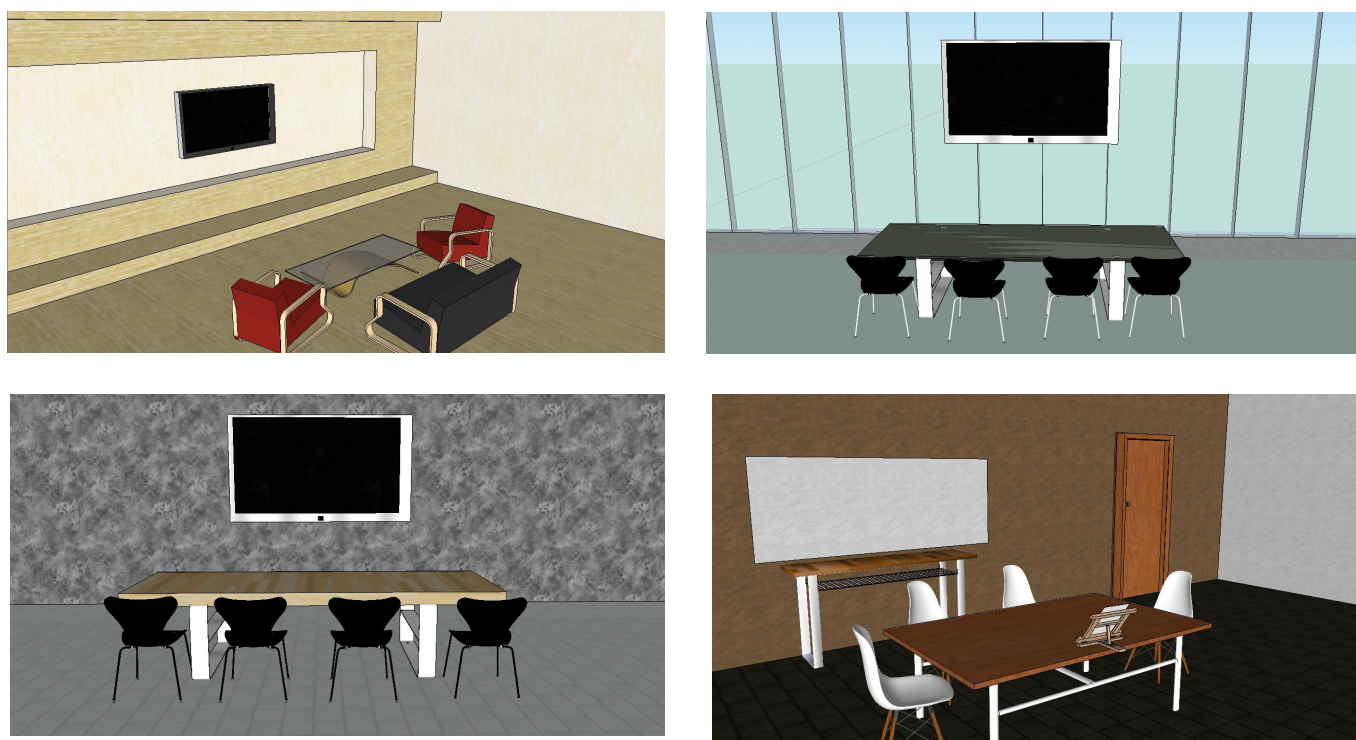


Figura 24: Distintas propuestas de entorno; de arriba a abajo y de izquierda a derecha; escena amplia, en entorno abierto, formal y parecida a la escena original

\* Página web, biblioteca virtual cuya función consiste en descargar objetos virtuales

### Elección de la propuesta final

Por su parecido al entorno original se decidió la última alternativa (figura 25), una vez decidido el aspecto inicial se modificó hasta llegar al entorno definitivo. Hubo distintas iteraciones tanto en el diseño del entorno, como en la iluminación, de la que se hablará más tarde.

Se partió de la escena elegida en Sketchup y se exportó al programa donde se desarrollaría el proyecto. En 3ds Max se creó el diseño, disposición final del entorno en el que se iba a desarrollar el experimento 3D.



Figura 25: Comparación entre el entorno original y el entorno elegido en 3ds Max

### Desarrollo de la propuesta seleccionada

Una vez decidido el entorno que habría de utilizarse para la escena, se procedió a la mejora del mismo. Así, se cambiaron algunos objetos, se redistribuyeron a lo largo del espacio y se modelaron otros para conseguir el resultado final.

Tras decidir que fuera semejante al experimento original, se trató de realizar un entorno parecido pero actualizando el diseño del entorno a nuestros días. Por ello se introdujo mobiliario de diseño como la silla Cisne de Arne Jacobsen (figura 19.a), las sillas *Plastic* DSR de los Eames o la mesa PK 54 de Fritz Hansen (Figura 19.c) diseñada por Poul Kjaerholm, ofreciendo al espacio un aire clásico pero actual. La mesa a parte de aportar estética, permitía mayor credibilidad a la escena, ya que el material del centro era cristal, haciendo la estancia mucho más luminosa y abierta; de paso, al ser redonda permitiría circunvalar, de forma que los personajes que se sentaran al rededor de ella, resultarían más cercanos e integrados. Otros de los objetos modificados fueron las ventanas, ya que posteriormente sería necesaria la entrada de luz para iluminar la estancia, de forma que se modelaron recuadros donde albergar estas ventanas y un aparador debajo de las mismas para captar el efecto de la luz (Figura 26).

De igual forma, se decidió que el libro de estímulos que se observa en los videos del experimento, también fuera actualizado, así pues en vez del libro se pensó en un soporte digital como podía ser una televisión o un proyector.

Se añadieron nuevos objetos como es el caso de la mesita de café y varios jarrones, revistas y otros objetos decorativos y se modelaron otros. Este fue el caso de las columnas, para centrar el espacio y hacerlo más acogedor y una estantería que albergaba libros, para hacer la estancia más cercana y amena (Figura 19.b).



Figura 26: Silla Cisne (a), televisor y objetos decorativos (b), Mesa PK 54 (c) con Sillas *Plastic* DSR.



## Personajes Virtuales

Para la recreación del experimento, se necesitaban personajes al nivel del arte, ya que debía parecer una escena real.

### Elección de los personajes

Inicialmente se habló de contratar para ello a un artista para realizar los cuatro modelos 3D, se estudiaron distintos artistas, buscando resultados realistas en sus portfolios. Pero por la posible pérdida de tiempo y por ser un gasto bastante notable, se llegó al acuerdo de conseguir estos modelos, comprando unos ya existentes.

Se barajaron alternativas como las que pueden verse a continuación.

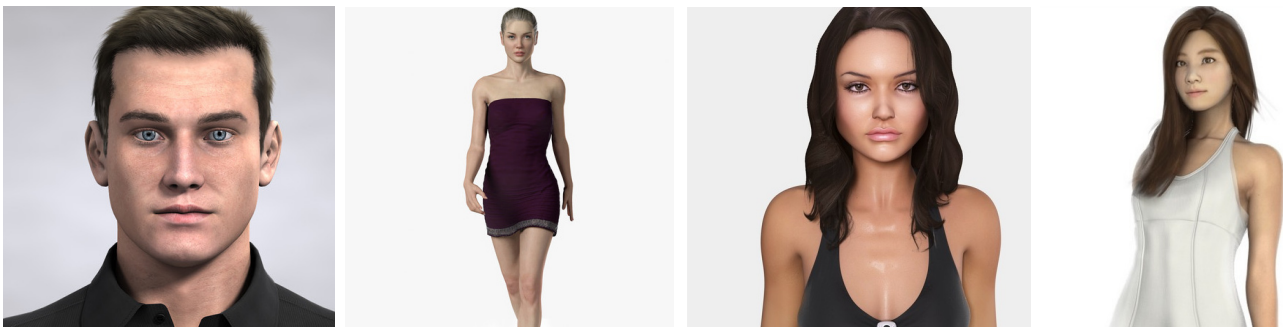


Figura 27: Distintas alternativas de personajes 3D

Al final, se decidió por el pack de dos hombres y una mujer y la chica asiática:



Figura 28: Modelos 3D definitivos

## Render

Este apartado desarrolla una de las partes más importantes del proyecto, ya que se necesita que sea lo más realista posible.

Dentro del apartado de render encontramos varios subapartados, la parte de diseño, modelado y render de la escena, y la parte del posicionamiento en la escena y render de los personajes (Figura 29).

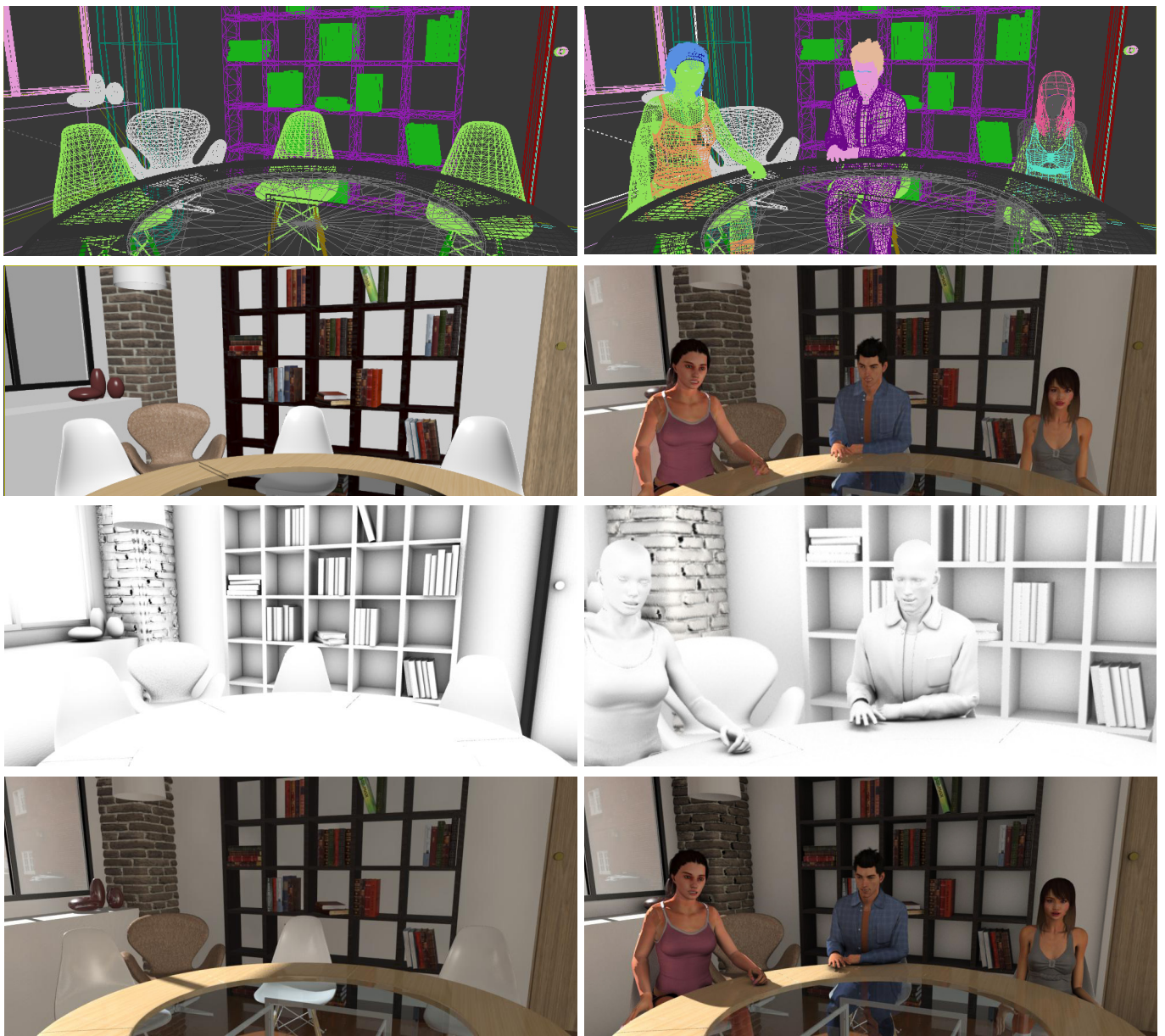


Figura 29: Proceso del entorno y los personajes hasta el render final.

## Entorno 3D

### Materiales

Para el modelado de los materiales, se estudiaron tutoriales para hacer que resultaran más realistas. Para ello el uso de los materiales del renderizador eran esenciales (d). Se buscó en bibliotecas de materiales y con Photoshop se realizaron mapas de *bits* para usar como *bumps* (imágenes en grises que dotan a los materiales de profundidad visual), se determinaron los parámetros del *tilling* (por el cual se repite el mapa de imagen un número determinado de veces, de forma que el material quede realista). Ésto aparece en las láminas de madera del suelo y los ladrillos de las columnas, de igual forma se utilizaron los parámetros del *displacement* para hacer que determinados materiales como la madera o los ladrillos fueran en relieve (Figura 30).

En objetos con más de un material, se requiere el uso de materiales compuestos mediante el uso de los ID propios de cada objeto. Los ID es la numeración que tiene cada cuerpo del objeto para dotarles de material por separado un objeto compuesto.

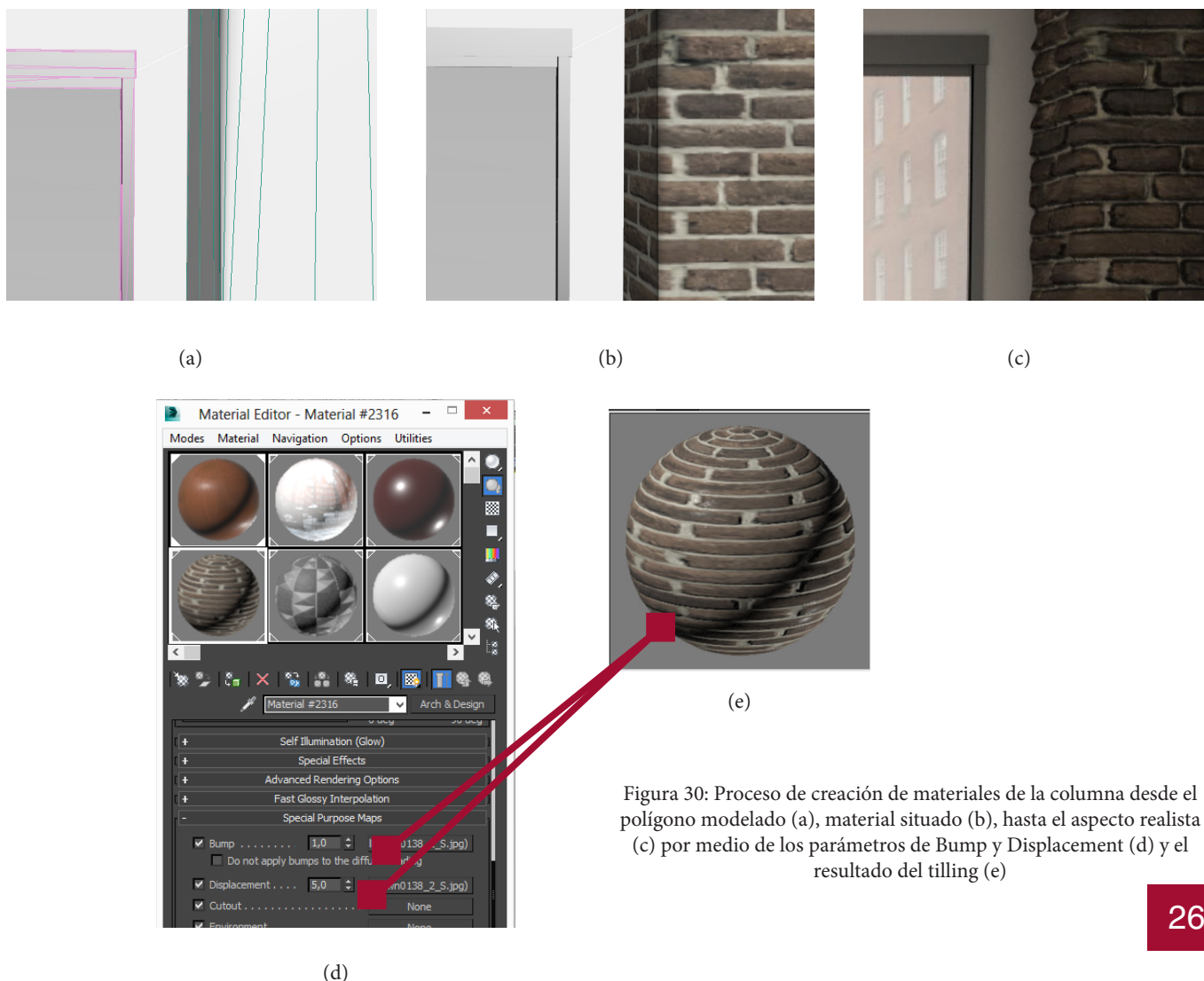


Figura 30: Proceso de creación de materiales de la columna desde el polígono modelado (a), material situado (b), hasta el aspecto realista (c) por medio de los parámetros de Bump y Displacement (d) y el resultado del tiling (e)



## Estudio de la iluminación

Para dar con la luz adecuada, se realizó un estudio de los diferentes tipos de iluminación, de forma que se pudiera observar el resultado más realista (Figura 31).

Combinación de luz artificial y solar. Se observó que no acababa de funcionar, no aportaba mucho a la escena y la hacía parecer artificial.



(a)

Luz solar, a través de varios tipos de parámetros (fotográfico o estándar)

El primero dotaba de más realismo, pero más tarde se observó que esta combinación anulaba el material de la piel.



(b)

Luz natural con parámetro estándar, logra el aspecto final de la luz. Se modificaron los parámetros para dar mayor iluminación y se añadió una luz de escena general sin sombras para iluminar aun más la sala.



(c)

Es necesario disponer de los parámetros adecuados para que no ocurran fenómenos como este, lo que se corrige modificando el parámetro *bounce* de la salida del render.



(d)

Para conseguir la iluminación final, se utilizó iluminación global, que añade mayor realismo a la escena, proporcionándole sombras, reflejos, refracciones e iluminación indirecta o *color bleeding* que lo hacen más natural. Por último se hizo uso de cámaras que enfocarían la escena, más adelante se determinarían las cámaras finales de acuerdo con las escenas del experimento. El resultado final puede observarse en la figura 32.



Figura 32: Render final con iluminación global.

## Personajes Virtuales

### Materiales

Dentro de la edición de materiales, la piel fue el proceso más complejo. Había que modificar cada parámetro del material *Subsurface Scattering*. El Subsurface Scattering es aquel efecto en el que un material gana translucencia sin hacerse transparente. Este material dispone de un mecanismo por el cual la luz penetra la superficie del material traslúcido (en este caso, la piel), haciendo que se vea de una forma u otra según la luz que incide sobre él. En la figura 33 se observan los parámetros de este material.

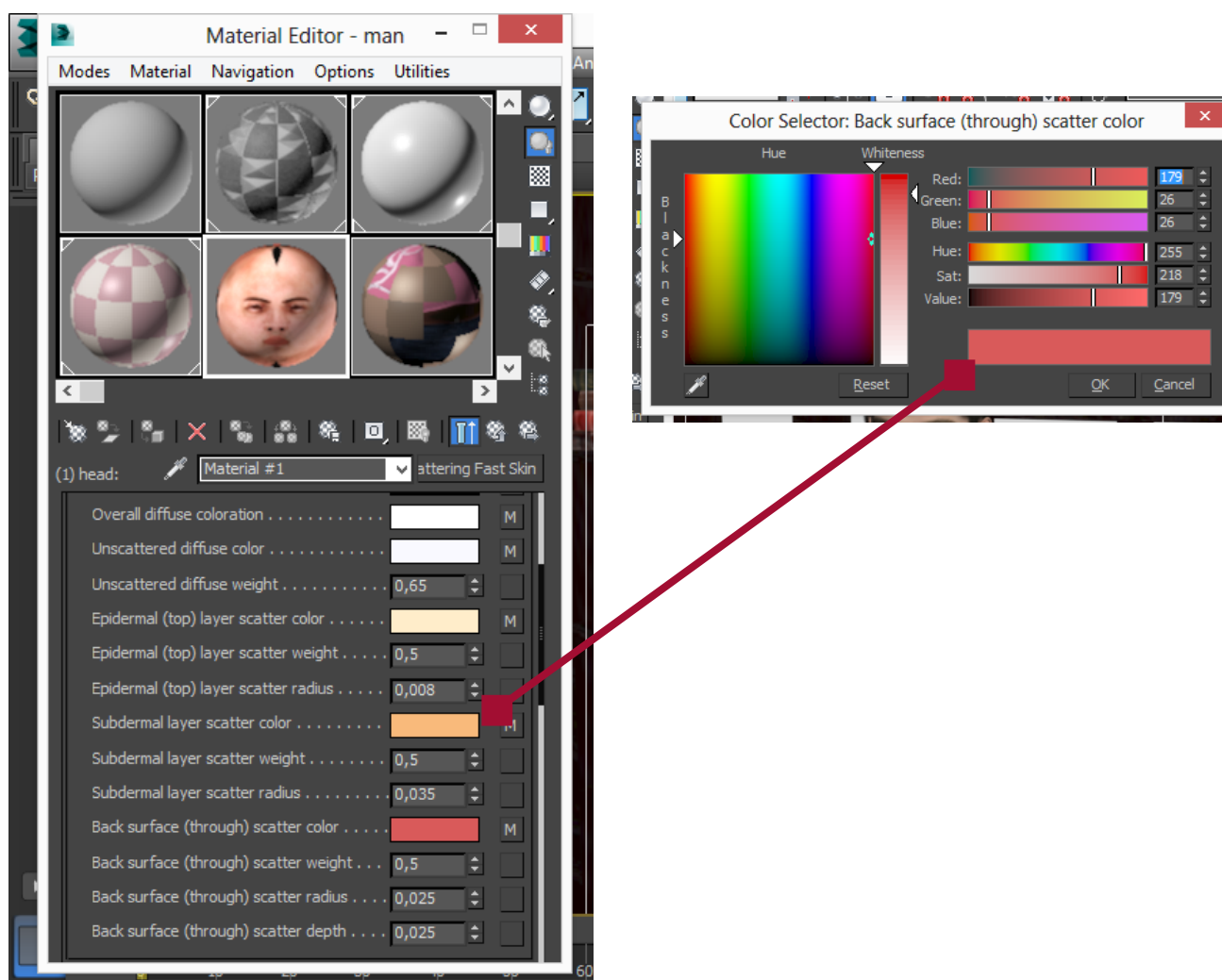


Figura 33: Parámetros de textura de la piel (Subsurface Scattering)

Por defecto solo incluían el parámetro difuso y el parámetro especular dentro del material *Sub-surface Scattering*, hubo que crear el resto de capas (Figura 34) modificando los parámetros, colores, saturación y brillo a partir del mapa original difuso. Estos materiales se generaron con Photoshop (Figura 35).

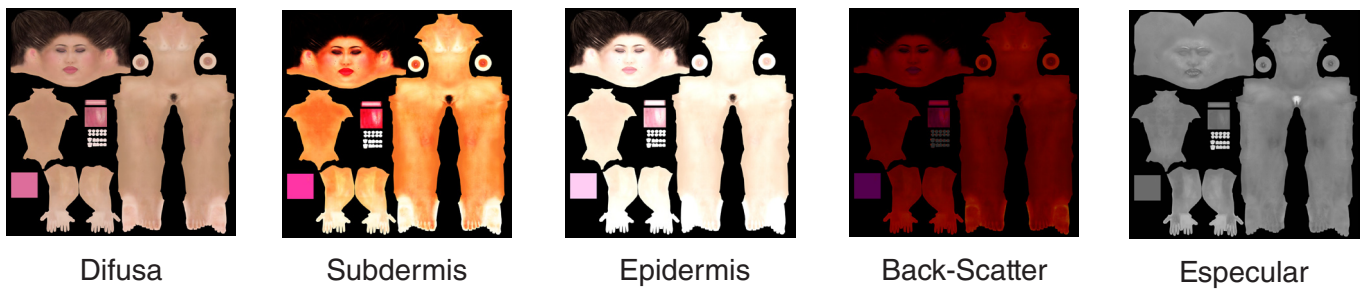


Figura 34: Mapas de textura creadas

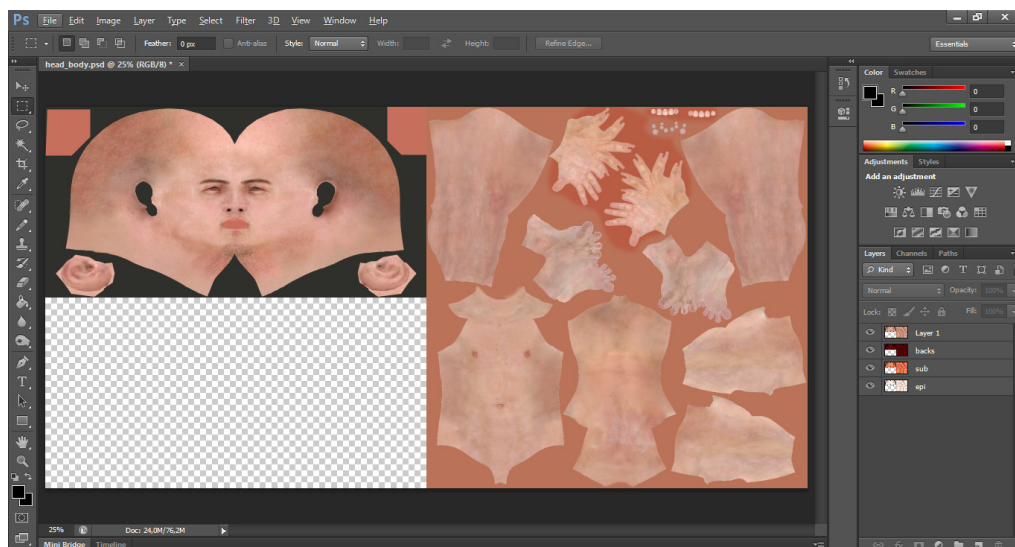


Figura 35: Captura de imagen de Photoshop en el proceso de creación de las capas de piel.



Otros materiales corregidos en los personajes fueron la ropa, los ojos y el pelo.

Para la ropa se seleccionó cada prenda eliminando los parámetros especulares que dotaban a la ropa de brillos indeseados, se probaron distintos mapas de *bumps* o relieve hasta que se dio con la configuración adecuada del material en la ropa y se mejoraron las texturas difusas hasta dar con la calidad adecuada. Algunas prendas tuvieron que ser cambiadas por incompatibilidad del renderizador, haciendo que fueran creadas desde cero, probando con distintas texturas, hasta dar con la más adecuada (Figura 37).

Con otros materiales como el del pelo y los de los ojos, fue necesario modificar parámetros de opacidad para adaptarlos a los nuevos parámetros de render. Para el pelo, hubo que añadir capas de pelo, para darle naturalidad a varios personajes (Figuras 36).



Figura 36: Antes y después. Material corregido del pelo

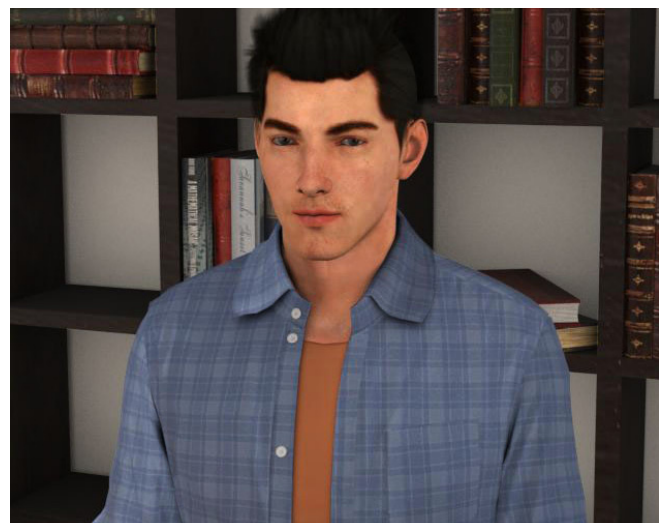


Figura 37: Antes y después. Material corregido ojos y ropa



## Capas de render

Para poder manipular cada componente de forma separada en postproceso, se dividió en render en diferentes pasadas que constituyen la imagen final (Figura 38). Con el objetivo de poder controlar a posteriori la exposición, las imágenes fueron renderizadas en HDR (*High Dynamic Range*): mayor rango dinámico de luminancia entre zonas oscuras y claras.



*diffuse*



*bend*



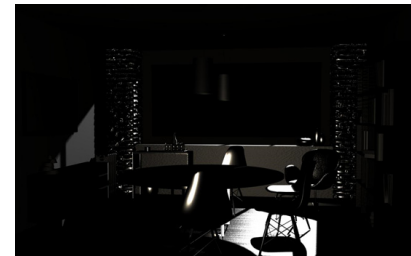
*indirect illumination*



*direct illumination*



*lightning*



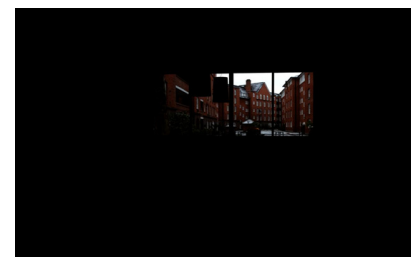
*specular*



*reflection*



*ambient occlusion*



*self illumination*

Figura 38: Pasadas de render



Figura 39: Render final de la escena postprocesada

# Generación del video de estímulos

## Diseño de la escena

Una vez acabadas las fases anteriores, se procedió a la creación de las escenas que compondrían el video final. Para ello había que disponer del guión proveniente de Washington y de la función de cada personaje en el experimento. Esto a su vez, hacía indispensable la realización de un *storyboard*, de forma que cada escena quedara explicada antes de proceder a la creación del render.

Al comienzo se pensó que el experimento final iba a ser grabado en primera persona, pero se modificó haciendo que fuera grabado en distintas escenas debido a que de esta forma resultaba más cómodo y proporcionaba la misma interacción con la escena virtual que la primera opción. De esta forma, el guión varió haciendo modificar la información original tomada en las capturas de movimiento. Muchas de las tomas pudieron ser utilizadas, pero por motivos de no disponibilidad del equipo de MOCAP del I3A, otras tuvieron que ser dobladas encima, no siendo correspondido el texto con el movimiento de los labios pregrabado. (\* anexo 3)

Después de la toma de decisiones anterior, se decidió que el guión sería el siguiente:

<p><u>BRIAN TEXT (Experimenter)</u></p> <p>Please look into the goggles and let's introduce you to the other avatars.</p> <p>I would like to introduce you to our new participant.</p> <p>    Please, tell us your name:     (the subject says his/her name):</p> <p>    (dejar un tiempo para que diga su nombre)</p> <p>    Ok, Thanks</p> <p>    This is Lindsey         Mark         and Sarah</p> <p>Ok lets get started. You will answer one at a time in an order.</p> <p>    Lindsey?     you will go first,</p> <p>    Mark,     you go second,</p>	<p>    Sarah,     will go third,</p> <p>    you go fourth. You will give me your answer out loud.</p> <p>    Please save any questions until after the study is completed, there will be a question and answer period.</p> <p>    Thanks!</p> <p>    Ok here is the first stimulus.</p> <p>    In the following task, please select which of the three lines on the right matches the length of the line on the left.</p> <p>Finished! Ok, please say goodbye to the other participants, and then come out of the screen.</p> <p><u>LINDSAY, MARK AND SARAH TEXT</u></p> <p>HI! HERE! A B C BYE</p>
--	---

## Generación del video de estímulos. Diseño de la escena

Para la muestra del resultado de las posibles escenas, se realizó un *storyboard* (Figuras 40 y 41), este fue revisado por las universidades implicadas para verificar si el resultado les resultaba adecuado.



Figura 40: Boceto de StoryBoard



## Generación del video de estímulos. Diseño de la escena



Figura 41: *Storyboard* con mayor realismo

El *storyboard* se resume en las siguientes líneas.

En las primeras escenas se muestra el recorrido de la escena, para mostrar al usuario dónde se encuentra. Empieza la presentación de los usuarios, en los que dirigidos por el experimentador, cada avatar se presenta. El propio usuario ha de presentarse también.

A continuación, el experimentador dicta el orden que han de seguir los avatares para contestar a los distintos estímulos, el usuario sería el último en contestar para ver de forma deliberada las contestaciones del resto de avatares y de esta forma ver si influyen sus respuestas.

Siguiendo el orden de las escenas, el experimentador explicaría el experimento con un ejemplo mostrado en la pantalla y daría comienzo al experimento.

Finalmente tras un número dado de estímulos, el experimento se daría por finalizado, despidiéndose los avatares en el entorno.

Se pidió a la universidad de Washington que grabara el texto de los diferentes personajes para que el experimento quedara lo más natural posible, al ser realizado en su universidad y mandaron los 18 estímulos que iban a ser utilizados para el experimento (Figura 42).

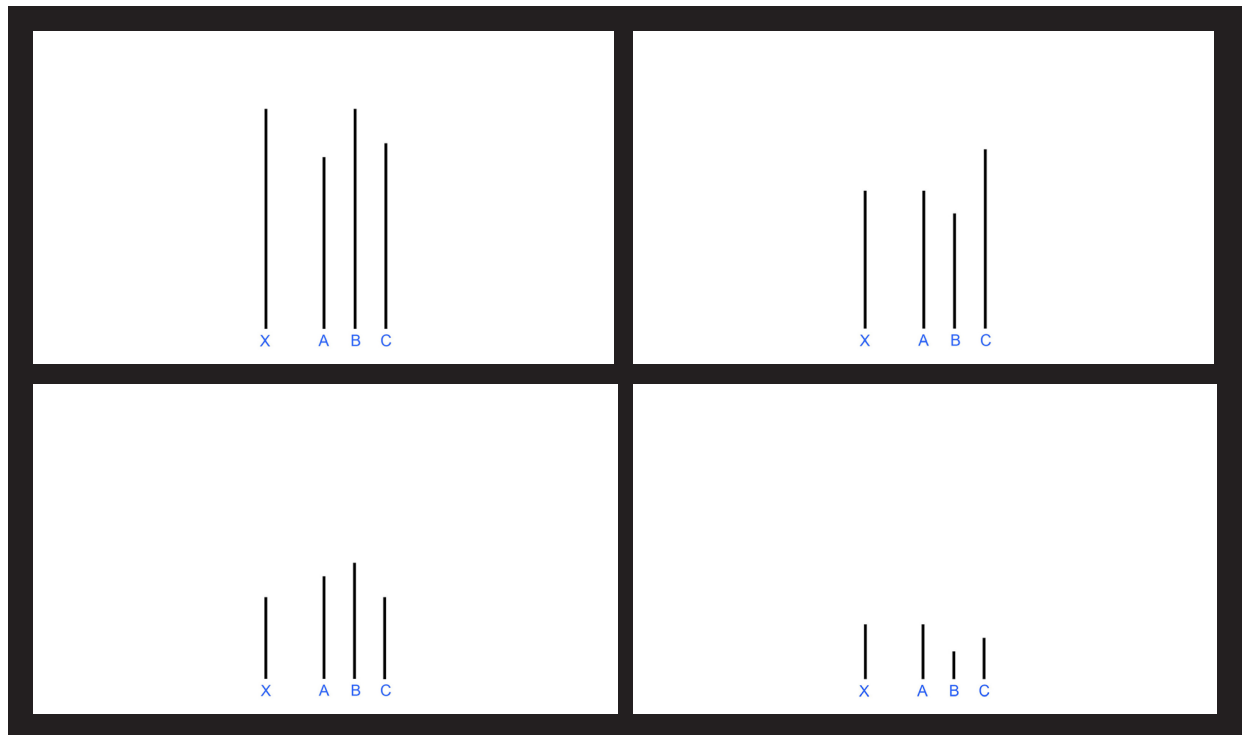


Figura 42: 4 de los 18 estímulos usados en el experimento



### Aspectos técnicos de render

Se estudiaron los posibles motores de render, para elegir con cuál se llevaría a cabo. Se investigaron tanto Mental Ray como V-ray. Para la elección del definitivo, se buscó el que optimizara la tarea de render, al ser este primero más cómodo de utilizar y venir incluido en 3ds Max, se decidió que Mental Ray sería el motor de render elegido.

Los renders se realizaron en el formato HDR, antes comentado, para poder controlar la exposición de cada escena (Figura 43).



Figura 43: HDR antes y después de mejorar la exposición.

Se contaron un total de 39 escenas diferentes multiplicadas por 2 (por el añadido de capa de *ambient occlusion*), con una media de 210 *frames* por escena, siendo la escena más amplia de 340 y la más pequeña de 60, con una frecuencia de 30 *frames*/segundo. El tiempo que se estimó en la realización de los renders fue de 19 días.

Una vez aclarado el *storyboard* y previo a los renders finales, se procedió a realizar las distintas escenas en renders de video, sin materiales ni luces y a menor resolución para la muestra del resultado final. Éstas se recogieron en un video demostración, para exponer a las universidades interesadas.

## Generación del video de estímulos. Aspectos técnicos de render

Decidido el resultado final, se procedió a la realización de renders finales. Estos, se separaron en dos para la optimización del tiempo. Por una parte, se realizó un render del fondo de cada escena y su respectiva capa de oclusión ambiental; puesto que eran partes estáticas, no era necesario renderizarlas en cada frame, resultando así una reducción significativa del coste de tiempo. Por otra parte, se renderizaron los movimientos del personaje en cada escena localizando los recuadros de movimiento (Figuras 44 y 45), de forma que se restringiera a lo más pequeño posible para evitar retrasos.

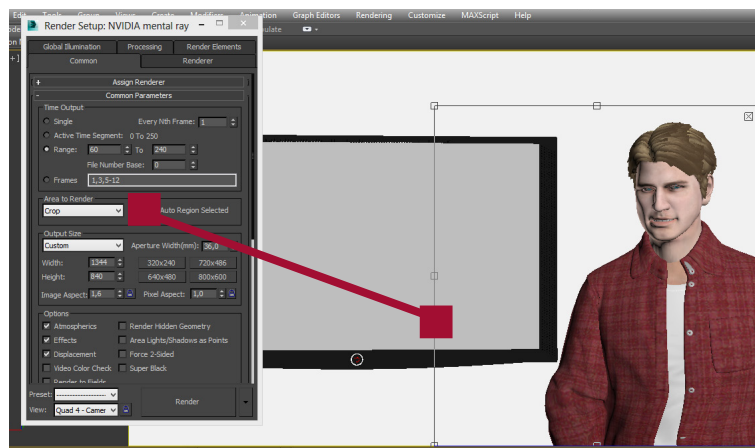


Figura 44: Proceso de *Cropping* o corte en 3ds Max

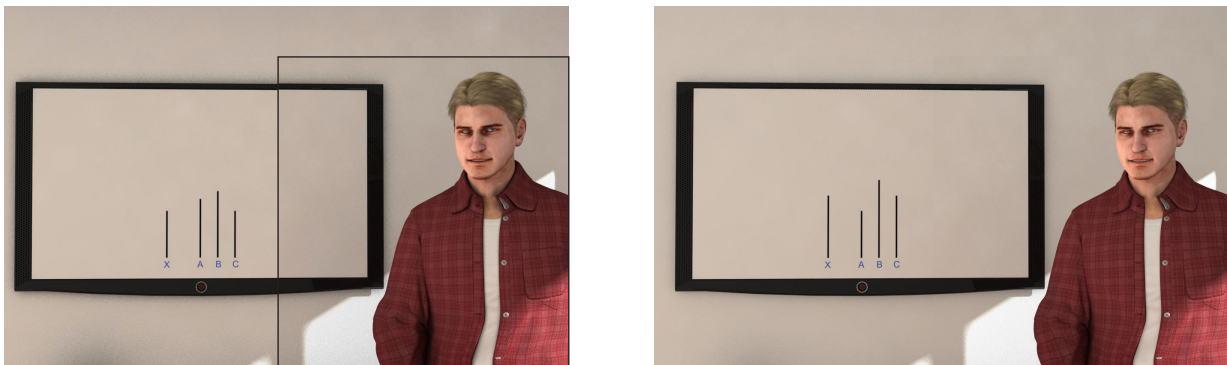


Figura 45: Resultado en la escena final (Con y sin corte)

### Postproducción

La fase de post-producción trata de realizar el video final a partir de los renders obtenidos en formato HDR. Para ello se contó con el software After Effects, por su fácil manipulación y edición de imágenes de video.

Se comenzó importando los archivos por orden de escenas y ajustando los fondos a sus respectivos renders en movimiento. Se fusionaron las capas de oclusión ambiental y se ajustaron los parámetros de exposición, la iluminación y otros aspectos para mostrar la luz y el ambiente adecuado. También se corrigieron fallos de textura, usando la herramienta *tracking*, para hacer que los posibles fallos de piel quedaran ocultos. Este proceso queda explicado en los Anexos\*, el *motion tracking* (Figura 46) consiste en posicionar un efecto, capa o cualquier objeto que vaya a desplazarse a la par que una zona concreta del video, haciendo que este objeto quede integrado en el video.

Finalmente se añadieron efectos de transición entre tomas, para crear un resultado más agradable y se acompañó de efectos de audio; agregando sonido de fondo y las capturas de voz grabadas por la universidad de Washington, estos se dispusieron minuciosamente para que encajaran con el movimiento facial de los personajes.

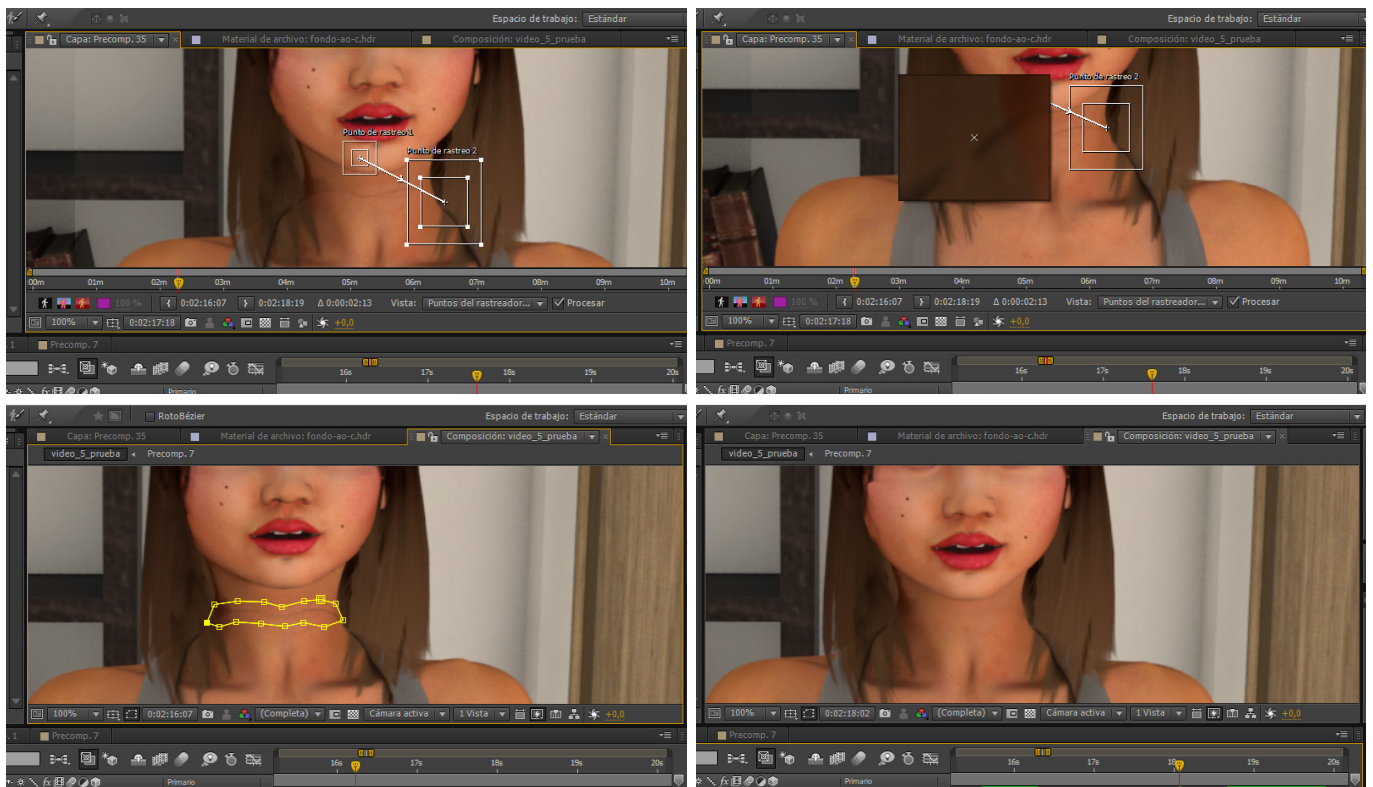


Figura 46: Proceso de *Motion Tracking*

# Conclusiones

## Conclusiones académicas

En este proyecto se ha demostrado como las bases del diseño industrial pueden desarrollarse a lo largo de otros proyectos que no se han dado durante la titulación, como es el hecho del diseño de animación en personajes 3D.

En el proceso llevado a cabo se han afrontado las distintas partes del proyecto, de forma estructurada y con las bases de un proyecto de investigación. Se ha experimentado una experiencia profesional de ámbito internacional al trabajar junto a otras universidades, teniendo presente en todo momento que iba a desarrollarse para un experimento real, con la exigencia que esto requiere.

## Resultados del experimento

Tras la realización de este proyecto, la investigación continua en la universidad de Washington, donde se estudiará si este experimento diseñado virtualmente, aporta los mismos resultados que el experimento llevado a cabo en 1950 con personas reales.

## Conclusiones personales

Uno de mis principales objetivos al realizar este proyecto, era ponerme a prueba, hacerme salir de mi lugar de confort e intentar valerme por mi misma ante un proyecto del que partía sin conocimiento de la materia. Las bases de la carrera, me han ayudado a realizar un estudio de la materia a la que me enfrentaba y a buscar una metodología de trabajo donde apoyarme.

Realizar un proyecto de investigación, es complejo, has de saber estructurar bien las partes en las que se va a realizar el trabajo y el tiempo límite que puedes dedicarles, trabajar en el Graphics and Imaging Lab me ha ayudado a dirigir mi trabajo y a desarrollar la capacidad de trabajar de una forma profesional, y ha resultado gratificante a la par que fundamental en la realización del proyecto. Ha sido una tarea compleja y frustrante en determinados aspectos del proceso y el nivel de exigencia en cada proceso era alto, pero me encuentro conforme con todo lo aprendido.

Comencé este proyecto por el interés en el campo de la animación y he descubierto un mundo, Carlos y Diego han sido un apoyo constante y la relación ha sido buena, ha supuesto una experiencia tanto personal como profesional y lo valoro altamente.

# Bibliografía

- [1]: Orvalho, V., Bastos, P., Parke, F., Oliveira, B., & Alvarez, X. (2012). A Facial Rigging Survey. In 33rd Annual Conference of the European Association for Computer Graphics-EUROGRAPHICS, May (pp. 13-18).
- [2]: Las 6 expresiones básicas, Paul Ekman, San Francisco (California), 1986
- [3]: Spencer, S. (2010). Zbrush digital sculpting human Anatomy. Wiley. com.
- <http://www.youtube.com/watch?v=qA-gbpt7Ts8>
- [http://images.autodesk.com/adsk/files/maya\\_render\\_pass\\_concepts\\_and\\_techniques\\_whitepaper\\_us.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/maya_render_pass_concepts_and_techniques_whitepaper_us.pdf)
- <https://www.youtube.com/watch?v=BDSLZYaBJKY>
- <http://www.polycount.com/forum/showthread.php?t=54681>
- [http://scottdewoody.com/tutorial\\_occ.html](http://scottdewoody.com/tutorial_occ.html)
- [http://download.autodesk.com/global/docs/softimage2013/en\\_us/userguide/index.html?url=files/actions\\_ImportingandExportingActionSources.htm,topicNumber=d30e235261](http://download.autodesk.com/global/docs/softimage2013/en_us/userguide/index.html?url=files/actions_ImportingandExportingActionSources.htm,topicNumber=d30e235261)
- [http://softimage.wiki.softimage.com/xsdocs/import\\_export\\_xwalk4max\\_XSltto3dsMaxSupportedSceneElementsandAttributes.htm](http://softimage.wiki.softimage.com/xsdocs/import_export_xwalk4max_XSltto3dsMaxSupportedSceneElementsandAttributes.htm)
- <https://www.youtube.com/watch?v=fvOHL06oPwA&list=PLC4040C7FF264D722>
- <http://research.animationsinstitut.de/16.0.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=IXErCH3YxCA>
- <http://www.di-o-matic.com/products/Software/FacialStudio/#page=features>
- <http://www.tysonibele.com/Main/Tutorials/Face/face.htm>
- <http://www.renderedge.com/2011/01/what-is-ambient-occlusion.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=K-fLf45Z3JU>
- [http://www.youtube.com/all\\_comments?v=fvOHL06oPwA](http://www.youtube.com/all_comments?v=fvOHL06oPwA)
- <https://www.youtube.com/watch?v=3E5I18f50i8>
- [http://download.autodesk.com/global/docs/softimage2013/en\\_us/userguide/index.html?url=files/face\\_export\\_ExportingAnimationRigs.htm,topicNumber=d30e216041,hash=WS38C9EED16FDE024591DF17B0520564F4-0033](http://download.autodesk.com/global/docs/softimage2013/en_us/userguide/index.html?url=files/face_export_ExportingAnimationRigs.htm,topicNumber=d30e216041,hash=WS38C9EED16FDE024591DF17B0520564F4-0033)
- <http://forums.cgsociety.org/archive/index.php/t-345396.html>
- <http://www.digitaltutors.com/forum/showthread.php?22135-Cleaning-Motion-Capture-Data>
- <http://www.mocap.lt/motion-capture/software/vicon-blade.html>
- <http://www.maxplugins.de/max9.php?search=clean%20data&sort=Author>
- <http://es.scribd.com/doc/28987580/3dsmax-2010-Character-Animation>
- <http://cgcookie.com/max/2008/10/24/learning-illumination-with-mental-ray/>
- [http://www.4da-inc.com/mental\\_ray/mr102/index.html](http://www.4da-inc.com/mental_ray/mr102/index.html)
- <http://www.aecbytes.com/tipsandtricks/2007/issue21-Compositing3D.html>
- <http://www.cgchannel.com/2013/05/tutorial-post-production-in-3ds-max-and-photoshop/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=GjkwNTHIYJ4>
- <http://cgcookie.com/max/2008/11/03/learning-interior-lighting-with-mental-ray/>
- [http://www.cgarena.com/freestuff/tutorials/max/interiorlighting\\_video/index.html](http://www.cgarena.com/freestuff/tutorials/max/interiorlighting_video/index.html)
- <http://forums.autodesk.com/t5/MOCAP/C3D-MoCap-files-to-3DSMax-Character-Studio/td-p/3966199>
- <http://gfx-motion-capture.blogspot.com.es/>
- <http://www.evl.uic.edu/sjames/mocap/tutorial.html>
- <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-1FCA1BEE-D417-45AF-911E-572C0BA43DD4.htm,topicNumber=d30e311592>
- <http://www.youtube.com/watch?v=XD3aFk1ltFM>
- <http://www.spotlight-multimedia.com/resources/animation/76-download-motion-capture-bip-files.html>
- <http://www.motioncapturedata.com/2009/05/dance-bvh-mocap-files.html>
- [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1561#.UjXArD-NDpV](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1561#.UjXArD-NDpV)
- [http://www.3dtotal.com/tutorial/3d\\_studio\\_max/architectural\\_visualization\\_rendering/architectural\\_visualization\\_01.php](http://www.3dtotal.com/tutorial/3d_studio_max/architectural_visualization_rendering/architectural_visualization_01.php)
- <http://cgtextures.com/>
- <http://www.aleso3d.com/blog/?p=379>
- <http://forums.cgsociety.org/archive/index.php/t-990353.html>



# Bibliografía

<http://mayastation.typepad.com/maya-station/2009/10/sss-sub-surface-scatter-shader-is-not-working-with-sunsky-system.html>  
[http://www.mymentalray.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=106:-rendering-interior-lighting-learning-process&catid=45:lighting&Itemid=55](http://www.mymentalray.com/index.php?option=com_content&view=article&id=106:-rendering-interior-lighting-learning-process&catid=45:lighting&Itemid=55)  
<http://www.mariomalagrino.com/illuminationtutorial.pdf>  
<http://www.vizpark.com/hdri-lighting-with-3ds-max-and-mental-ray/>  
[http://www.maxforums.org/grotey/101\\_things.html](http://www.maxforums.org/grotey/101_things.html)  
<http://forums.cgsociety.org/archive/index.php/t-893590.html>  
<http://cgtextures.com/textview.php?id=15488>  
<http://www.tutorialchip.com/tutorials/25-autodesk-3ds-max-tutorials-for-beginners/>  
<http://www.aleso3d.com/blog/?p=41>  
<https://www.youtube.com/watch?v=CD-t6wgjIN4>  
<http://www.3dtotal.com/team/Tutorials/bonestut/Bonestut.asp>  
[http://www.tlalpan.uvmnet.edu/ooid/download/Metodolog%C3%ADa%20para%20una%20animaci%C3%B3n%202D\\_04\\_AH\\_DG\\_D.pdf](http://www.tlalpan.uvmnet.edu/ooid/download/Metodolog%C3%ADa%20para%20una%20animaci%C3%B3n%202D_04_AH_DG_D.pdf)  
<http://www.fritzhanzen.com/en/pk54a-table-with-expansion-ring>  
<http://cg.creativefan.com/using-v-ray-lighting-and-ambient-occlusion-for-interior-architectural-visualization/>  
<http://www.aleso3d.com/blog/?p=1165>  
<http://cg.tutsplus.com/tutorials/chaos-group-vray/compositing-v-ray-render-layers-in-photoshop/>  
<https://eina.unizar.es/trabajos-fin-de-estudios/>  
[http://www.google.com/cse?cx=partner-pub-1639099116207474%3Av3ye1n25due&ie=UTF-8&q=windows&sa=Search&siteurl=archive3d.net%2F&ref=www.google.es%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dweb%26cd%3D9%26ved%3D0CFsQFjAI%26url%3Dhttp%253A%252F%252Farchive3d.net%252F%26ei%3DS1tMUo-rN4r17AaPoIAY%26usg%3DAFQjCNEioYmdNsJdIEBVSP8GCEnjUlvkQ%26sig2%3DkcELdqqWj5ySafqrK\\_IYPA%26bvm%3Dbv.53371865%2Cd.ZGU%26cad%3Drja&ss=1208j333060j7#gsc.tab=0&gsc.q=windows&gsc.page=10](http://www.google.com/cse?cx=partner-pub-1639099116207474%3Av3ye1n25due&ie=UTF-8&q=windows&sa=Search&siteurl=archive3d.net%2F&ref=www.google.es%2Furl%3Fsa%3Dt%26rct%3Dj%26q%3D%26esrc%3Ds%26source%3Dweb%26cd%3D9%26ved%3D0CFsQFjAI%26url%3Dhttp%253A%252F%252Farchive3d.net%252F%26ei%3DS1tMUo-rN4r17AaPoIAY%26usg%3DAFQjCNEioYmdNsJdIEBVSP8GCEnjUlvkQ%26sig2%3DkcELdqqWj5ySafqrK_IYPA%26bvm%3Dbv.53371865%2Cd.ZGU%26cad%3Drja&ss=1208j333060j7#gsc.tab=0&gsc.q=windows&gsc.page=10)  
<http://www.characterink.com/2010/09/09/fast-ambient-occlusion-in-3ds-max-mr/>  
<http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-C2E55F9A-4F78-4D48-B5C5-1127AA5FBF2C.htm,topicNumber=d30e601036>  
<http://www.youtube.com/watch?v=kZVVJjEjQLI>  
[http://courses.confederation.on.ca/rriddell/3dtutorials/render\\_max\\_scene\\_sequence.htm](http://courses.confederation.on.ca/rriddell/3dtutorials/render_max_scene_sequence.htm)  
<http://www.mladengradev.com/en/ambient-occlusion-displacement-and-bump-maps/>  
<http://www.ardakutlu.com/scripts.html#QuickPasses>  
[http://www.youtube.com/watch?v=M\\_qTajDgXLM](http://www.youtube.com/watch?v=M_qTajDgXLM)  
<http://helpx.adobe.com/es/after-effects/using/tracking-stabilizing-motion-cs5.html>  
[http://melslater.eventlab-ub.org/Mel\\_Slaters\\_Event\\_Lab\\_Home\\_Page/Mel\\_Slaters\\_Event\\_Lab\\_Home\\_Page.html](http://melslater.eventlab-ub.org/Mel_Slaters_Event_Lab_Home_Page/Mel_Slaters_Event_Lab_Home_Page.html)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied\\_cognition](http://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_cognition)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Suspension\\_of\\_disbelief](http://en.wikipedia.org/wiki/Suspension_of_disbelief)  
[http://www.pueblokyfronteras.unam.mx/a07n4/art\\_02.html](http://www.pueblokyfronteras.unam.mx/a07n4/art_02.html)  
[http://images.autodesk.com/adsk/files/maya\\_render\\_pass\\_concepts\\_and\\_techniques\\_whitepaper\\_us.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/maya_render_pass_concepts_and_techniques_whitepaper_us.pdf)  
<http://forums.cgsociety.org/archive/index.php/t-303284.html>